

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
17 juin 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/051688 A1(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :

H01H 59/00

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : ROBERT,  
Philippe [FR/FR]; 9 rue Louis Vidal, F-38100 GRENO-  
BLE (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/050138

(22) Date de dépôt international :

27 novembre 2003 (27.11.2003)

(74) Mandataire : LEHU, Jean; c/o BREVATOME, 3, rue du  
Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(81) État désigné (national) : US.

(26) Langue de publication :

français

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Données relatives à la priorité :

02 14944 28 novembre 2002 (28.11.2002) FR

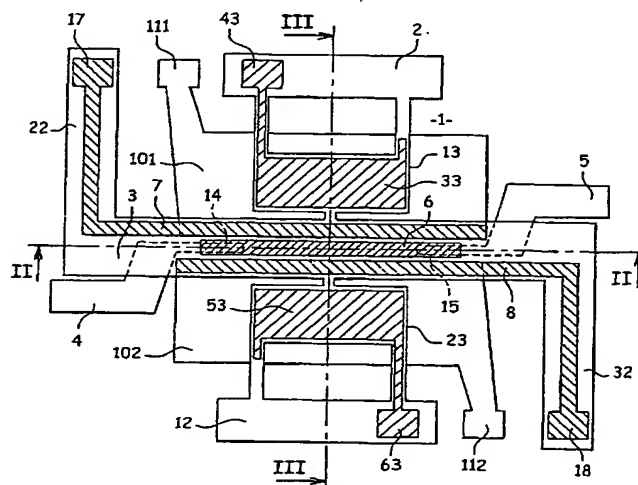
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont re-  
çues(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];  
31/33, rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ELECTROSTATIC MICROSWITCH FOR LOW-VOLTAGE-ACTUATION COMPONENTS

(54) Titre : MICRO-COMMUTATEUR ELECTROSTATIQUE POUR COMPOSANT A FAIBLE TENSION D'ACTIONNE-  
MENT

(57) Abstract: The invention relates to an electrostatic microswitch which is intended to connect two strip conductors (4, 5) which are disposed on a support. According to the invention, the two strip conductors are connected by means of a contact pad (6) which is provided on deformable means (3) which are made from an insulating material and which can be deformed in relation to the support under the effect of an electrostatic force generated by control electrodes. The aforementioned contact pad connects the ends (14, 15) of the two strip conductors (4, 5) when the deformable means are sufficiently deformed. Moreover, the control electrodes are distributed over the deformable means and the support in two electrode assemblies, namely: (i) a first assembly of electrodes (101, 102, 33, 53) which is intended to generate a first electrostatic force in order to initiate the deformation of the deformable means, and (ii) a second assembly of electrodes (101, 102, 7, 8) which is intended to generate a second electrostatic force in order to continue the deformation of the deformable means (3), such that the contact pad (6) connects the ends (14, 15) of the two strip conductors.

[Suite sur la page suivante]

BEST AVAILABLE COPY



*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) **Abbrégé :** L'invention concerne un micro-commutateur électrostatique destiné à raccorder deux pistes conductrices (4, 5) disposées sur un support, le raccord entre les deux pistes conductrices se faisant au moyen d'un plot de contact (6) prévu sur des moyens déformables (3) en matériau isolant et apte à se déformer par rapport au support, sous l'action d'une force électrostatique générée par des électrodes de commande, le plot de contact réalisant le raccord des extrémités (14, 15) des deux pistes conductrices (4,5) lorsque les moyens déformables sont suffisamment déformés. Les électrodes de commande sont réparties sur les moyens déformables et le support en deux jeux d'électrodes, un premier jeu d'électrodes (101, 102, 33, 53) destiné à la génération d'une première force électrostatique pour amorcer la déformation des moyens déformables, un deuxième jeu d'électrodes (101, 102, 7, 20 8) destiné à la génération d'une deuxième force électrostatique pour poursuivre la déformation des moyens déformables (3) de façon que le plot de contact (6) raccorde les extrémités (14, 15) des deux pistes conductrices.

**MICRO-COMMUTATEUR ELECTROSTATIQUE POUR COMPOSANTS A  
FAIBLE TENSION D'ACTIONNEMENT**

**DESCRIPTION**

**5    DOMAINE TECHNIQUE**

L'invention concerne un micro-commutateur électrostatique à grande fiabilité de fonctionnement et adapté aux composants à faible tension d'actionnement. Sous le terme de micro-commutateur, on inclut les  
10 micro-relais, les actionneurs de type MEMS (pour "Micro-Electro-Mechanical-System) et les actionneurs haute fréquence.

**ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

15            L'article "RF MEMS from a device perspective" de J. Jason Yao, paru dans J. Micromech. Microeng. 10(2000), pages R9 à R38, récapitule les progrès récents accomplis dans le domaine des MEMS pour des applications haute fréquence.

20            Les composants haute fréquence ou RF pour la téléphonie mobile se voient imposer le cahier des charges suivants :

- tension d'alimentation inférieure à 5 V,
- isolation supérieure à 30 dB,
- 25            - perte d'insertion inférieure à 0,3 dB,
- fiabilité pour un nombre de cycles supérieur à  $10^9$ ,
- dimensions inférieures à  $0,05 \text{ mm}^2$ .

Les micro-commutateurs sont très largement  
30 utilisés dans le domaine des communications : dans le

rou tage des signaux, les réseaux d'accord d'indépances,  
l'ajustage de gain d'amplificateurs, etc... En ce qui  
concerne les bandes de fréquences des signaux à  
 commuter, ces fréquences sont comprises entre quelques  
5 MHz et plusieurs dizaines de GHz.

Classiquement, pour ces circuits RF, on  
utilise des commutateurs issus de la micro-  
électronique, qui permettent une intégration avec  
l'électronique des circuits et qui ont un faible coût  
10 de fabrication. En termes de performances, ces  
composants sont par contre assez limités. Ainsi, des  
commutateurs de type FET en silicium peuvent commuter  
des signaux de forte puissance à basse fréquence mais  
pas à haute fréquence. Les commutateurs de type MESFET  
15 en GaAs ou les diodes PIN fonctionnent bien à haute  
fréquence mais uniquement pour des signaux de faibles  
niveaux. Enfin, d'une manière générale, au delà de 1  
GHz, tous ces commutateurs micro-électroniques  
présentent une perte d'insertion importante  
20 (classiquement autour de 1 à 2 dB) à l'état passant et  
une isolation assez faible à l'état ouvert (-20 à -25  
dB). Le remplacement de composants conventionnels par  
des micro-commutateurs MEMS est par conséquent  
prometteur pour ce type d'application.

25 De par leur conception et leur principe de  
fonctionnement, les commutateurs MEMS présentent les  
caractéristiques suivantes :

- faibles pertes d'insertion (typiquement  
inférieures à 0,3 dB),
- 30 - isolation importante du MHz au  
millimétrique (typiquement supérieure à -30 dB),

- faible consommation,
- pas de non-linéarité de réponse.

On distingue deux types de contact pour ces micro-commutateurs MEMS.

5 L'un de ces types de contact est le commutateur à contact ohmique décrit dans l'article "RF MEMS from a device perspective" de J. Jason Yao cité ci-dessus et dans l'article "A Surface Micromachined Miniature Switch For Telecommunications Applications with Signal Frequencies From DC up to 4 GHz" de J. Jason Yao et M. Franck Chang, paru dans la revue Transducers'95, Eurosensors IX, pages 384 à 387. Dans  
10 ce type de contact, les deux pistes RF sont mises en contact par un court-circuit (contact métal-métal). Ce type de contact est adapté aussi bien pour les signaux continus que pour les signaux haute fréquence (supérieure à 10 GHz).

L'autre type de contact est le commutateur capacitif décrit dans l'article "RF MEMS From a device perspective" de J. Jason Yao cité ci-dessus et dans  
20 l'article "Finite Ground Coplanar Waveguide Shunt MEMS Switches for Switched Line Phase Shifters" de George E. Ponchak et al., paru dans 30th European Microwave Conference, Paris 2000, pages 252 à 254. Dans ce type  
25 de contact, une couche d'air est ajustée de manière électromécanique pour obtenir une variation de capacité entre l'état fermé et l'état ouvert. Ce type de contact est particulièrement bien adapté aux hautes fréquences (supérieures à 10 GHz) mais inadéquat aux basses  
30 fréquences.

Dans l'état de l'art, on distingue deux grand principes d'actionnement pour les commutateurs MEMS : les commutateurs à actionnement thermique et les commutateurs à actionnement électrostatique.

5 Les commutateurs à actionnement thermique présentent l'avantage d'une faible tension d'actionnement. Par contre, ils présentent les inconvénients suivants : consommation excessive (surtout dans le cas d'applications en téléphonie  
10 mobile), vitesse de commutation faible (à cause de l'inertie thermique) et technologie souvent lourde.

Les commutateurs à actionnement électrostatique présentent les avantages d'une vitesse de commutation rapide et d'une technologie généralement  
15 simple. Par contre, ils présentent l'inconvénient dû à des problèmes de fiabilité. Ce point est particulièrement sensible dans le cas de micro-commutateurs électrostatiques à faible tension d'actionnement (possibilité d'un collage des  
20 structures). En effet, à cause de la configuration des micro-commutateurs à actionnement électrostatiques de l'état de l'art, le dimensionnement de ce type de composant pour avoir une tension d'actionnement faible (inférieure à 10 V, voire inférieure à 5 V) implique  
25 nécessairement :

- soit une diminution de la raideur mécanique du composant et on observe alors une forte sensibilité du commutateur aux accélérations et aux chocs, ce qui est un problème pour les téléphones  
30 mobiles,

- soit une augmentation de la surface des électrodes d'actionnement, ce qui induit alors nécessairement une augmentation de l'amortissement et donc un accroissement du temps de commutation,

5                   - soit un compromis entre ces deux paramètres.

Enfin, quelle que soit l'option choisie, il en résulte une diminution sensible de la fiabilité du micro-commutateur du fait d'un risque accru de collage  
10 de la structure.

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

Pour pallier aux inconvénients de l'art antérieur, il est proposé selon la présente invention  
15 un micro-commutateur qui se distingue de l'état de l'art par son mode de fonctionnement et sa conception. Il possède en effet deux jeux distincts d'électrodes d'actionnement et utilise un mode d'actionnement en deux temps qui lui permet de concilier à la fois une  
20 faible tension d'actionnement et un temps de commutation faible tout en conservant une raideur mécanique du micro-commutateur en fonctionnement élevée.

L'invention a donc pour objet un micro-  
25 commutateur électrostatique destiné à raccorder électriquement au moins deux pistes électriquement conductrices disposées sur un support, le raccord électrique entre les deux pistes conductrices se faisant au moyen d'un plot de contact prévu sur des  
30 moyens déformables en matériau isolant et aptes à se déformer par rapport au support sous l'action d'une

force électrostatique générée par des électrodes de commande, le plot de contact réalisant le raccord électrique des extrémités des deux pistes conductrices lorsque les moyens déformables sont suffisamment déformés, caractérisé en ce que les électrodes de commande sont réparties sur les moyens déformables et le support en deux jeux d'électrodes, un premier jeu d'électrodes destiné à la génération d'une première force électrostatique pour amorcer la déformation des moyens déformables, un deuxième jeu d'électrodes destiné à la génération d'une deuxième force électrostatique pour poursuivre la déformation des moyens déformables de façon que le plot de contact raccorde électriquement les extrémités des deux pistes conductrices.

Les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables peuvent être disposées sur ceux-ci de façon que les moyens déformables sont interposés entre elles et les électrodes de commande réparties sur le support.

Selon une variante de réalisation, les électrodes de commande réparties sur le support comprennent deux électrodes qui sont chacune une électrode commune pour le premier jeu d'électrodes et pour le deuxième jeu d'électrodes.

Les moyens déformables peuvent comprendre une poutre encastrée à ses deux extrémités ou une poutre en porte-à-faux. Dans ce cas, les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables peuvent comprendre des électrodes de l'un des deux jeux d'électrodes disposées sur des parties annexes



rattachées à la poutre et agencées de chaque côté de la poutre. Dans ce cas aussi, les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables peuvent comprendre des électrodes de l'autre des deux jeux d'électrodes  
5 disposées sur la poutre et agencées de chaque côté du plot de contact.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres  
10 avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue de dessus d'un  
15 micro-commutateur électrostatique selon la présente invention,

- la figure 2 est une vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 1,

- la figure 3 est une vue en coupe selon  
20 l'axe III-III de la figure 1,

- les figures 4 et 5 sont des vues explicatives du fonctionnement du micro-commutateur de l'invention, correspondant à la figure 2,

- les figures 6A à 6G sont des vues en  
25 coupe illustrant un procédé de réalisation d'un micro-commutateur selon la présente invention.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE MODES DE RÉALISATION DE  
L'INVENTION

La figure 1 est une vue de dessus d'un micro-commutateur électrostatique selon la présente invention.

Le micro-commutateur est réalisé à la surface d'un substrat isolant. La surface est pourvue d'un évidement 1 délimité par des bords 2, 12, 22 et 32 le surplombant. Une poutre 3 est formée au-dessus de l'évidement 1 en ayant une première extrémité solidaire du bord 22 et une deuxième extrémité solidaire du bord 32. Il s'agit donc d'une poutre encastrée à ses deux extrémités.

La poutre 3 est pourvue de deux parties annexes ou ailettes 13 et 23 situées au même niveau que la poutre 3. Les ailettes 13 et 23 sont situées de part et d'autre de la poutre 3. Elles sont rattachées à la poutre par une partie rétrécie centrale. Elles sont rattachées aux bords 2 et 12 par des parties rétrécies latérales.

Les pistes électriquement conductrices à raccorder sont référencées 4 et 5. Elles possèdent des extrémités, respectivement 14 et 15, disposées sous la poutre 3 et alignées selon l'axe longitudinal de la poutre 3, en se faisant face.

Le fond de l'évidement 1 supporte deux électrodes inférieures 101 et 102 pouvant être respectivement connectées électriquement par les plots de contact 111 et 112. Les électrodes 101 et 102 sont disposées symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de la poutre 3. L'électrode 101 se trouve

en regard d'une première partie latérale de la poutre 3 et en regard de l'ailette 13. L'électrode 102 se trouve en regard d'une deuxième partie latérale de la poutre 3 et en regard de l'ailette 23.

5                   La poutre 3 supporte plusieurs conducteurs électriques : un plot de contact 6 et deux électrodes 7 et 8. Le plot de contact 6 est situé le long de l'axe longitudinal de la poutre 3 et s'étend jusqu'au-dessus des extrémités 14 et 15 des pistes conductrices 4 et 5.  
10 Le plot de contact 6 dépasse de la face inférieure de la poutre 3 ou affleuve au niveau de cette face inférieure de façon à pouvoir relier électriquement les extrémités 14 et 15 si la poutre 3 est suffisamment déformée.

15                   Les électrodes 7 et 8 sont situées sur la face de la poutre 3 opposée à l'évidement. Chacune est située sur une partie latérale de la poutre de façon que l'électrode 7 soit située en regard de la partie correspondante de l'électrode inférieure 101 et que  
20 l'électrode 8 soit située en regard de la partie correspondante de l'électrode inférieure 102. Les électrodes 7 et 8 peuvent être respectivement connectées électriquement par les plots de contact 17 et 18.

25                   L'ailette 13 supporte sur sa face supérieure, c'est-à-dire la face opposée à l'évidement, une électrode 33 pouvant être connectée électriquement par un plot de contact 43. L'électrode 33 se trouve en regard d'une partie de l'électrode inférieure 101. De  
30 même, l'ailette 23 supporte sur sa face supérieure une électrode 53 pouvant être connectée électriquement par

un plot de contact 63. L'électrode 53 se trouve en regard d'une partie de l'électrode inférieure 102.

La figure 2 est une vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 1 et la figure 3 est une vue en coupe selon l'axe III-III de la figure 1. Ces figures montrent l'état non défléchi de la poutre 3 en l'absence de potentiels appliqués sur les électrodes.

Les figures 4 et 5 sont des vues explicatives du fonctionnement du micro-commutateur. Ces vues correspondent à la section représentée à la figure 2.

Une tension V1 est d'abord appliquée sur le premier jeu d'électrodes constitué par les électrodes 33 et 53 d'une part et par les électrodes 101 et 102 d'autre part. La tension V1, tension d'amorçage de la déformation, est choisie pour venir plaquer le centre de la poutre sur les électrodes inférieures 101 et 102 comme le montre la figure 4. Dans le cas d'une poutre en porte-à-faux ou cantilever, ce premier jeu d'électrodes aurait pour fonction de plaquer l'extrémité de la poutre sur les électrodes inférieures.

L'application de la tension V1 au premier jeu d'électrodes place le micro-commutateur en fonctionnement mais à l'état non commuté, les extrémités 14 et 15 des pistes conductrices étant suffisamment éloignées l'une de l'autre pour qu'un contact mécanique de la poutre soit obtenu sans contact électrique. Ce déplacement de la poutre n'étant activé que pour amorcer le commutateur (par exemple à la mise en route d'un téléphone portable), l'amortissement

amené par la grande surface de ces électrodes n'a aucune conséquence sur le temps de commutation de l'interrupteur en fonctionnement.

5 Ce premier jeu d'électrodes présente une surface suffisante pour permettre la mise en butée de la poutre pour une tension inférieure à 10 V, voire inférieure à 5V.

10 Une tension V2 est ensuite appliquée sur le deuxième jeu d'électrodes constitué par les électrodes 7 et 8 d'une part et par les électrodes 101 et 102 d'autre part. La tension V2, tension de commutation, est choisie pour déformer la poutre 3 jusqu'à la mise en contact des extrémités 14 et 15 à connecter avec le plot de contact 6 de la poutre comme le montre la figure 5. La proximité des électrodes en regard du deuxième jeu d'électrodes, due à la flexion de la poutre lors de l'amorçage de la déformation, permet d'actionner le micro-commutateur avec une faible tension tout en conservant une raideur de poutre élevée.

20 La disposition et le nombre des électrodes peuvent être variables. Une ou plusieurs électrodes peuvent être constitutives de la poutre.

25 La déformation de la poutre sous l'effet d'une tension d'amorçage permet de diminuer très fortement la tension de maintien de la poutre déformée lors de la commutation.

30 L'invention procure une grande stabilité et une grande fiabilité du micro-commutateur en fonctionnement. Ceci est dû à la raideur mécanique importante du micro-commutateur en fonctionnement,

c'est-à-dire après l'amorçage de la déformation. Il en résulte une très faible sensibilité aux chocs et aux accélérations lors du fonctionnement, ainsi qu'aux effets possibles de piégeage de charges dans la couche diélectrique.

Le temps de commutation est réduit, étant donné le faible déplacement de la poutre entre la position non commutée et la position commutée (déplacement d'air limité donc amortissement limité).

L'isolation haute fréquence est optimisée à cause de l'éloignement important des deux pistes à connecter.

Un autre avantage de l'invention consiste dans la fabrication de ce micro-commutateur selon une technique compatible avec la technique de fabrication des circuits intégrés.

En termes de performance, le dispositif de l'invention se distingue des micro-commutateurs de l'art antérieur par les caractéristiques suivantes. La tension d'actionnement est faible tout en conservant une faible sensibilité aux accélérations, une grande fiabilité de fonctionnement, un temps de commutation et de relaxation mécanique faible.

Le mode de fonctionnement en deux étapes distingue aussi le dispositif selon l'invention des micro-commutateurs de l'art antérieur. La phase d'amorçage de la déformation est effectuée avec une tension d'actionnement faible et sans contrainte forte sur le temps de réponse, le risque de collage électrostatique et la sensibilité aux accélérations. La phase de commutation est effectuée à faible tension

d'actionnement répondant aux critères de faible sensibilité aux accélérations, de faible sensibilité aux risques de collage électrostatique et de faible temps de commutation.

5 Les figures 6A à 6G sont des vues en coupe illustrant un procédé de réalisation d'un micro-commutateur selon l'invention.

La figure 6A montre un substrat de silicium 70 recouvert d'un dépôt d'oxyde de silicium 71 qui a  
10 subi une opération de lithogravure afin de définir un encastrement. Le dépôt d'oxyde peut avoir 2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et la profondeur de la gravure peut être de 1,7  $\mu\text{m}$ . La gravure a défini un évidement 72 et des logements pour plots de contact d'électrodes et pistes  
15 conductrices dont un, le logement 73 est visible.

Un dépôt métallique est ensuite effectué sur la structure gravée. Il peut s'agir d'un bicouche comprenant une couche d'accrochage en Cr de 0,05  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et une couche d'or de 0,9  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.  
20 On réalise une lithographie de la couche métallique présente dans l'évidement et dans les logements de plots pour définir les pistes à connecter et les électrodes d'amorçage et de commutation inférieures. Le métal non protégé est gravé pour obtenir la structure  
25 représentée à la figure 6B. Sur cette figure, la référence 74 représente un plot de contact d'une électrode de commande inférieure, les références 75 et 76 représentent les extrémités des pistes conductrices à connecter, la référence 77 représente une électrode  
30 de commande inférieure.

La figure 6C montre qu'une couche sacrificielle 78, par exemple en polyimide, a été déposé sur la structure et planarisée jusqu'au sommet de la couche d'oxyde 71.

5 La figure 6D montre qu'une couche de matériau diélectrique 79 a été déposée sur la structure afin de constituer la poutre. Il peut s'agir d'une couche de  $\text{Si}_3\text{N}_4$  de 0,5  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Une ouverture 80 est pratiquée, par lithogravure, dans la couche 79 pour  
10 définir l'emplacement du plot de contact du micro-commutateur au niveau des extrémités de pistes 75 et 76.

Un dépôt métallique est ensuite réalisé sur la structure. Il peut s'agir d'une couche d'or de 0,5 $\mu\text{m}$   
15 d'épaisseur. Une lithographie de cette couche est effectuée pour définir le plot de contact des pistes conductrices et les électrodes d'amorçage et de commutation supérieures. La gravure de cette couche permet d'obtenir ces éléments conducteurs. La figure 6E  
20 montre le plot de contact 81, un plot de contact 82 des électrodes d'amorçage (non représentées), une électrode de commutation 83 et un plot de contact 84 d'une électrode de commutation.

La couche 79 est ensuite traitée par  
25 lithogravure pour définir la poutre 85 avec arrêt de la gravure sur la couche sacrificielle 78 (voir la figure 6F).

La couche sacrificielle est ensuite  
30 éliminée par gravure sèche, par exemple du type plasma



d'oxygène. On obtient la structure représentée à la figure 6G.

## REVENDICATIONS

1 - Micro-commutateur électrostatique destiné à raccorder électriquement au moins deux pistes électriquement conductrices (4,5) disposées sur un support, le raccord électrique entre les deux pistes conductrices (4,5) se faisant au moyen d'un plot de contact (6) prévu sur des moyens déformables (3) en matériau isolant et aptes à se déformer par rapport au support, sous l'action d'une force électrostatique générée par des électrodes de commande, le plot de contact (6) réalisant le raccord électrique des extrémités (14,15) des deux pistes conductrices (4,5) lorsque les moyens déformables sont suffisamment déformés, caractérisé en ce que les électrodes de commande sont réparties sur les moyens déformables et le support en deux jeux d'électrodes, un premier jeu d'électrodes (101, 102, 33, 53) destiné à la génération d'une première force électrostatique pour amorcer la déformation des moyens déformables (3), un deuxième jeu d'électrodes (101, 102, 7, 8) destiné à la génération d'une deuxième force électrostatique pour poursuivre la déformation des moyens déformables (3) de façon que le plot de contact (6) raccorde électriquement les extrémités (14, 15) des deux pistes conductrices.

2 - Micro-commutateur électrostatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes de commande (7, 8, 33, 53) réparties sur les moyens déformables (3) sont disposées sur ceux-ci de façon que les moyens déformables sont interposés entre

elles et les électrodes de commande (101, 102) réparties sur le support.

3 - Micro-commutateur électrostatique selon  
5 la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes de commande réparties sur le support comprennent deux électrodes (101, 102) qui sont chacune une électrode commune pour le premier jeu d'électrodes et pour le deuxième jeu d'électrodes.

10

4 - Micro-commutateur électrostatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens déformables (3) comprennent une poutre encastrée à ses deux extrémités ou une poutre en porte-à-faux.

15

5 - Micro-commutateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables comprennent des électrodes (33, 53) de l'un des deux  
20 jeux d'électrodes disposées sur des parties annexes (13, 23) rattachées à la poutre (3) et agencées de chaque côté de la poutre.

6 - Micro-commutateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les électrodes de commande réparties sur les moyens déformables comprennent des électrodes (7, 8) de l'autre des deux  
25 jeux d'électrodes disposées sur la poutre (3) et agencées de chaque côté du plot de contact (6).

30

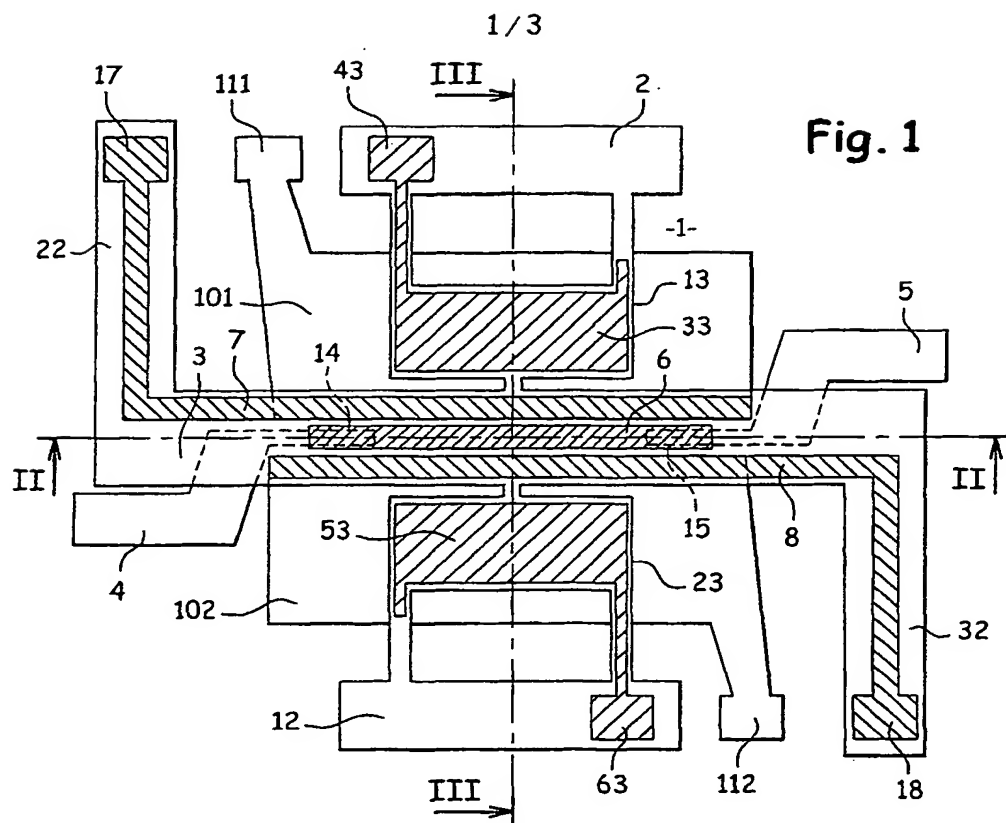


Fig. 2

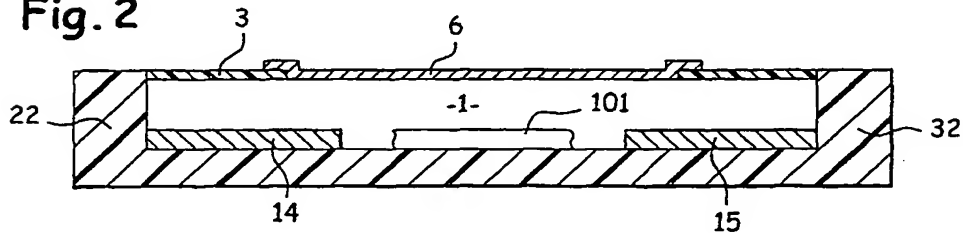


Fig. 3

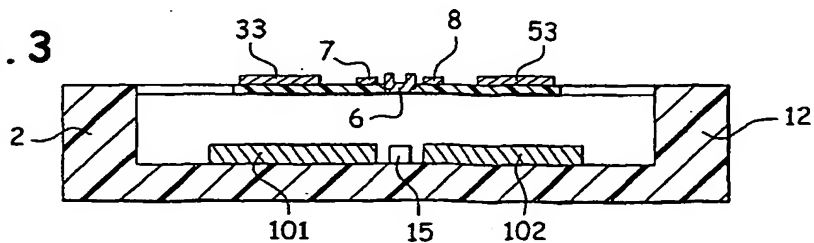


Fig. 4

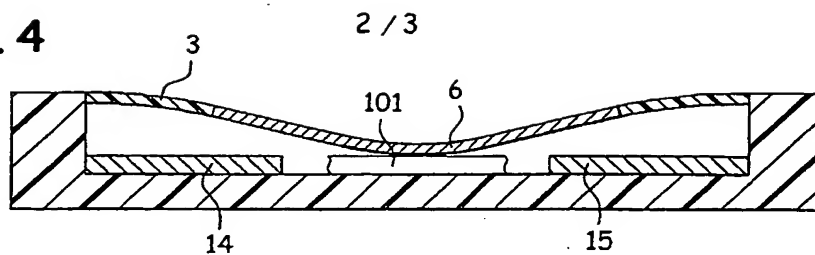


Fig. 5

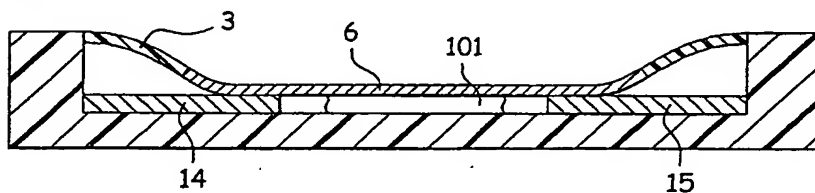


Fig. 6A

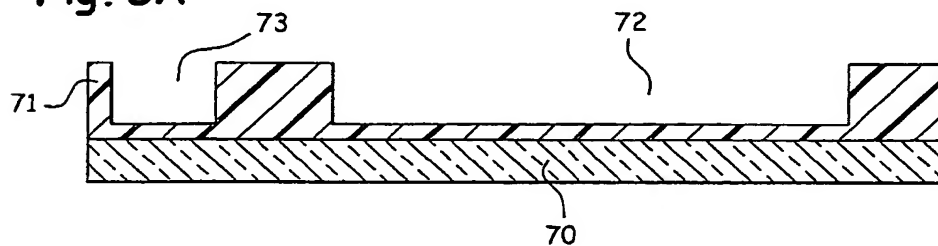


Fig. 6B

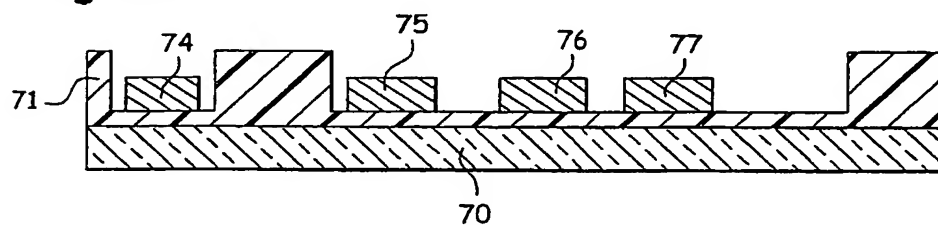
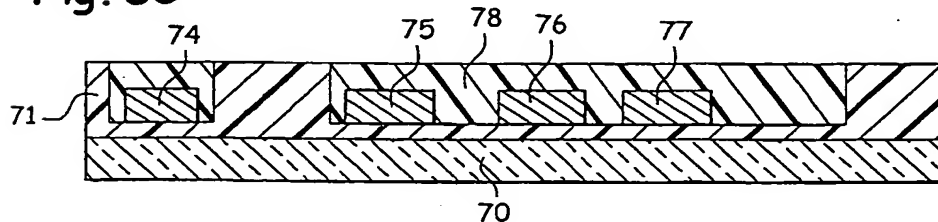


Fig. 6C



3 / 3

Fig. 6D

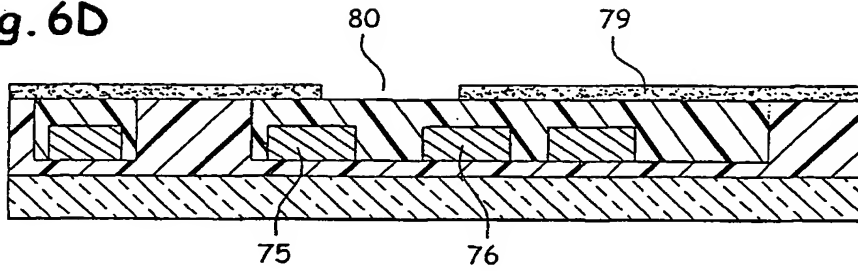


Fig. 6E

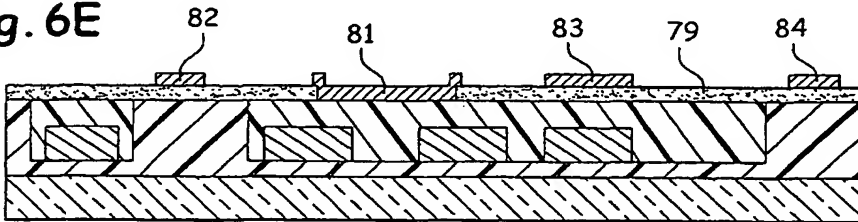


Fig. 6F

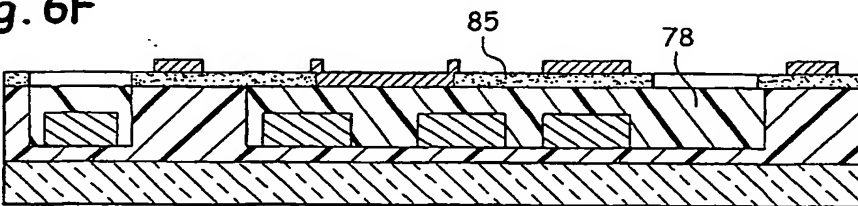
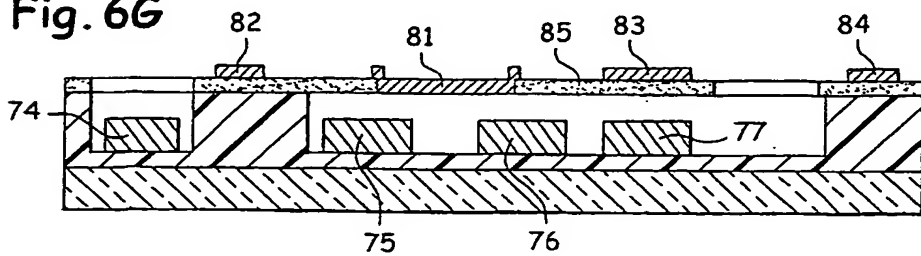


Fig. 6G



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 03/30138

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01H59/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 156 504 A (FRAUNHOFER GES ZUR BR FOERDERU) 21 November 2001 (2001-11-21) column 8, line 20 - line 50	1-6
A	WO 94/27308 A (SMITH CHARLES GORDON) 24 November 1994 (1994-11-24) page 4, line 18 -page 5, line 3	1-6
A	US 2002/027487 A1 (SUZUKI KENICHIRO) 7 March 2002 (2002-03-07) paragraphs '0073!-'0076!	1-6
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 April 2004

Date of mailing of the international search report

19/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Libberecht, L

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 05/50138

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1156504	A	21-11-2001	EP 1156504 A2	21-11-2001
WO 9427308	A	24-11-1994	AT 160645 T	15-12-1997
			CA 2161340 A1	24-11-1994
			DE 69407040 D1	08-01-1998
			DE 69407040 T2	16-04-1998
			EP 0698279 A1	28-02-1996
			ES 2111302 T3	01-03-1998
			WO 9427308 A1	24-11-1994
			JP 8510350 T	29-10-1996
			US 5677823 A	14-10-1997
US 2002027487	A1	07-03-2002	JP 2002075156 A	15-03-2002



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 0000138

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01H59/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 156 504 A (FRAUNHOFER GES ZUR BR FOERDERU) 21 novembre 2001 (2001-11-21) colonne 8, ligne 20 - ligne 50 ---	1-6
A	WO 94/27308 A (SMITH CHARLES GORDON) 24 novembre 1994 (1994-11-24) page 4, ligne 18 -page 5, ligne 3 ---	1-6
A	US 2002/027487 A1 (SUZUKI KENICHIRO) 7 mars 2002 (2002-03-07) alinéas '0073!-'0076! --- -/--	1-6

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 avril 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Libberecht, L

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 000138

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>YAO J J: "RF MEMS from a device perspective" JOURNAL OF MICROMECHANICS AND MICROENGINEERING, DEC. 2000, IOP PUBLISHING, UK, vol. 10, no. 4, décembre 2000 (2000-12), pages R9-38, XP002254912 ISSN: 0960-1317 cité dans la demande abrégé</p>	1
A	<p>YAO J J ET AL: "A SURFACE MICROMACHINES MINIATURE SWITCH FOR TELECOMMUNICATIONS APPLICATIONS WITH SIGNAL FREQUENCES FROM DC UP TO 4 GHZ" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID-STATE SENSORS AND ACTUATORS AND EUROSensors, XX, XX, vol. 2, 25 juin 1995 (1995-06-25), pages 384-387, XP000646268 cité dans la demande abrégé</p>	1
A	<p>PONCHAK G E ET AL: "FINITE GROUND COPLANAR WAVEGUIDE SHUNT MEMS SWITCHES FOR SWITCHED LINE PHASE SHIFTERS" 30TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE PROCEEDINGS. PARIS, OCT. 3 - 5, 2000, PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE, LONDON: CMP, GB, vol. 1 OF 3 CONF. 30, 3 octobre 2000 (2000-10-03), pages 252-255, XP001060741 cité dans la demande abrégé</p>	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres des familles de brevets

Dem...e Internationale No

PCT/FR 05/50138

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1156504	A	21-11-2001	EP 1156504 A2	21-11-2001
WO 9427308	A	24-11-1994	AT 160645 T	15-12-1997
			CA 2161340 A1	24-11-1994
			DE 69407040 D1	08-01-1998
			DE 69407040 T2	16-04-1998
			EP 0698279 A1	28-02-1996
			ES 2111302 T3	01-03-1998
			WO 9427308 A1	24-11-1994
			JP 8510350 T	29-10-1996
			US 5677823 A	14-10-1997
US 2002027487	A1	07-03-2002	JP 2002075156 A	15-03-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**